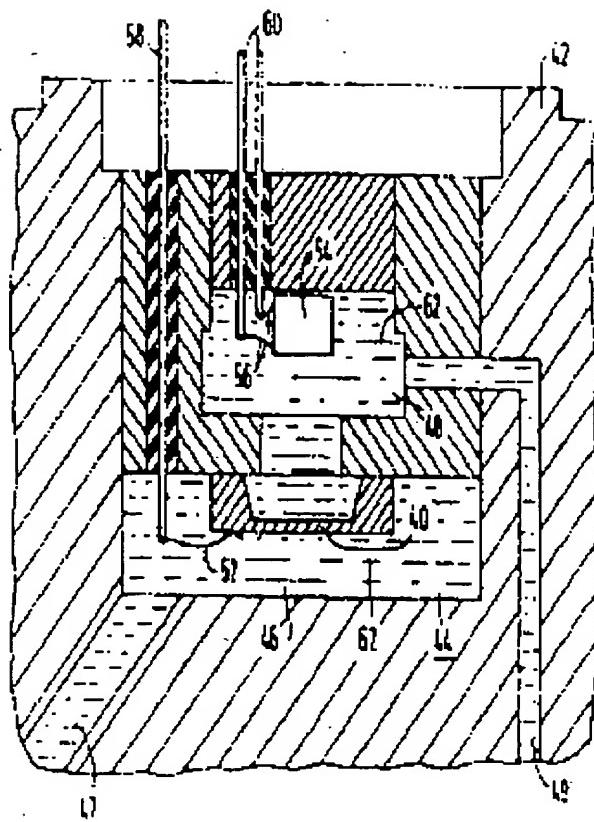


AN: PAT 1988-251247  
TI: Pressure sensor incorporating self-monitoring function has piezo-element within reference chamber providing pressure modulation  
PN: DE3705901-A  
PD: 01.09.1988  
AB: The pressure sensor comprises a housing (42) containing a measuring membrane (40), with the deflection of the latter in response to the applied pressure converted into a corresp. electrical signal. The measuring membrane (40) lies between a pressure chamber (46) and a reference chamber (48) which contains a fluid medium and a piezoelement (54) allowing the pressure in the reference chamber (48) to be modulated by a given amount. Pref. the membrane (40) is made of silicon and has an attached piezoelectric resistance bridge providing the electric output signal, the pressure modulation provided by the piezoelement allowing the sensor output value for a given calibration value to be checked to provide self-monitoring function.;  
PA: (SIEI ) SIEMENS AG;  
IN: BREIMESER F;  
FA: DE3705901-A 01.09.1988; DE3705901-C2 12.12.1996;  
JP63217242-A 09.09.1988; US4825685-A 02.05.1989;  
CO: DE; JP; US;  
IC: G01D-018/00; G01L-007/00; G01L-009/06; G01L-027/00;  
MC: S02-F04B1; S02-F04F; S02-K09;  
DC: S02;  
FN: 1988251247.gif  
PR: DE3705901 24.02.1987;  
FP: 01.09.1988  
UP: 12.12.1996



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**  
(10) DE 37 05 901 C2

(51) Int. Cl. 8:  
**G 01 L 27/00**  
G 01 L 9/08  
G 01 D 18/00

DE 37 05 901 C2

- (21) Aktenzeichen: P 37 05 901.7-52  
(22) Anmeldetag: 24. 2. 87  
(43) Offenlegungstag: 1. 9. 88  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 12. 12. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

(72) Erfinder:

Breimesser, Fritz, 90491 Nürnberg, DE

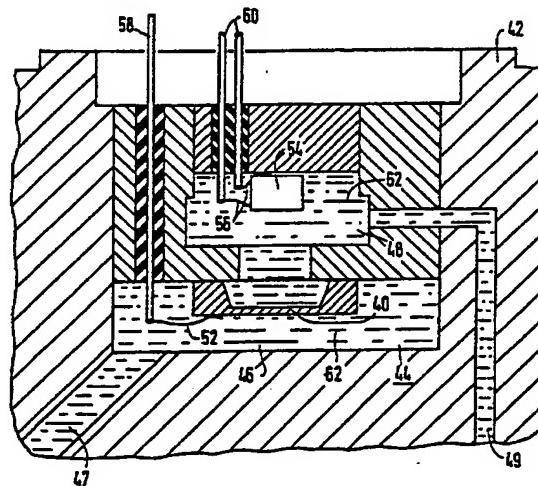
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	31 48 403 C2
DE-AS	10 78 398
DE	34 47 398 A1
DE	27 22 580 A1
US	46 38 656
US	34 25 281
US	32 84 881

(54) Druckmeßwandler

(57) Druckmeßwandler mit

- a) einer in einem Gehäuse (42) angeordneten Meßmembran (40),
- b) einer elektrischen Meßanordnung, die die Auslenkung der Meßmembran (40) in ein elektrisches Signal umwandelt,
- c) einer Druckkammer (48), die an eine Flachseite der Meßmembran (40) grenzt,
- d) einer Referenzkammer (48), die an die andere Flachseite der Meßmembran (40) grenzt und ein fluides Medium (62) enthält,  
dadurch gekennzeichnet, daß
- e) in der Referenzkammer (48) ein mit elektrischen Anschlüssen (58) versehenes, der Selbstüberwachung dienendes Piezoelement (54) als elektrisch steuerbarer Aktor zur Modulation des im fluiden Medium (62) herrschenden hydrostatischen Drucks angeordnet ist.



DE 37 05 901 C2

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Druckmeßwandler gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Ein derartiger Druckmeßwandler ist beispielsweise aus der europäischen Patentschrift 0 033 749 bekannt. Dort ist eine Druckmeßzelle offenbart, die in einem zylindrischen Gehäuse eine Meßmembran aus Silizium enthält, deren Auslenkung als Maß für eine an den Stirnflächen der Membran wirkende Druckdifferenz dient. Die Membran teilt den Innenraum des Gehäuses in zwei voneinander gasdicht getrennte Kammern. Die Kammern sind jeweils mit Zuleitungsrohren versehen, die den zu messenden Druck vom Meßort in die Kammern weiterleiten. Die Auslenkung der Membran wird über die Widerstandsänderung von piezoresistiven Widerstandselementen gemessen, die beispielsweise in die Siliziummembran eindiffundiert sind. Das zur Widerstandsänderung korrespondierende elektrische Signal wird mittels gasdichter elektrischer Durchführungen aus dem Gehäuse der Meßzelle herausgeführt.

Die Umwandlung der Auslenkung der Membran in ein elektrisches Signal kann beispielsweise auch mittels einer kapazitiven Meßanordnung (EP-A2-0 195 985) oder einer in die Siliziummembran integrierten Ringoszillatorschaltung (EP-A2-0 040 795) erfolgen.

In der modernen Meß- und Automatisierungstechnik entsteht dabei ein zunehmender Bedarf an Aufnehmern und nachgeschalteten Signalverarbeitungssystemen, die in der Lage sind auftretende Fehlfunktionen des Aufnehmers selbst zu erkennen und deren Auswirkung weitgehend zu reduzieren. Derartige Fehlfunktionen können durch den Aufnehmer selbst, beispielsweise durch eine Veränderung seiner Empfindlichkeit und seines Nullpunkts, verursacht sein. Eine wichtige Fehlerquelle kann jedoch in der Ankopplung des Aufnehmers an die physikalische Meßgröße liegen. Eine Überwachung auf Kehlfunktionen der gesamten Meßkette, die den Aufnehmer und die nachgeordneten Signalverarbeitungssysteme beinhaltet, ist dabei um so vorteilhafter, je näher sie am Eingang der Meßkette eingreift.

Mit den bekannten Druckmeßwandlern ist eine derartige Selbstüberwachung jedoch nicht möglich. Eine Fehlfunktion dieser Druckmeßwandler kann nur dadurch erkannt werden, daß der Meßwandler von der zu messenden physikalischen Größe ab gekoppelt und einer separaten Kalibrierung unterzogen wird. Während dieses Kalibriervorganges steht er somit für den eigentlichen Meßprozeß nicht mehr zur Verfügung.

Aus DE-C-31 48 403 ist ein Druckmeßwandler bekannt mit einer in einem Gehäuse angeordneten Meßmembran, einer elektrischen Meßanordnung, die die Auslenkung der Meßmembran in ein elektrisches Signal umwandelt, einer Druckkammer, die an einer Flachseite der Meßmembran grenzt, und einer Referenzkammer, die an die andere Flachseite der Meßmembran grenzt und ein fluides Medium enthält. Eine Selbstüberwachung ist bei diesem bekannten Druckmeßwandler nicht vorgesehen.

Aus DT-A-27 22 560 ist ein Druckmeßwandler bekannt, bei dem ein zu messender Gasdruck in einem kleinen Teilvolumen durch Anlegen einer Wechselspannung an ein Piezoelement moduliert wird und die so erzeugten Druckschwankungen in dem Teilvolumen in elektrische Signale umgewandelt werden, die dem zu messenden Gasdruck proportional sind. Dieser bekannte Druckmeßwandler enthält keine Meßmembran und weist auch keine Selbstüberwachungsfunktion auf.

Aus US-A-3,264,861 ist eine Eichvorrichtung zum Eichen eines über einen Adapter anschließbaren Druckmeßwandlers bekannt mit einem piezoelektrischen Antriebselement zum Modulieren des Drucks in einer Referenzkammer des Druckmeßwandlers über den Adapter.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einen Druckmeßwandler anzugeben, der eine Selbstüberwachung auf Kehlfunktionen während seines Betriebs ohne Unterbrechung des Meßprozesses ermöglicht.

Die genannte Aufgabe wird erfundungsgemäß gelöst mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Das Piezoelement dient als elektrisch steuerbarer Aktor und die mittels an das Piezoelement angelegter elektrischer Spannungen verursachten Volumenänderungen des Piezoelements bewirken eine Modulation des im fluiden Medium herrschenden hydrostatischen Druckes. Diese Druckänderung wird durch das fluide Medium an die dem Piezoelement zugewandte Flachseite der Membran übertragen. Bei bekannter Amplitude der Druckmodulation kann beispielsweise aus der Amplitude der entsprechenden Modulation des Ausgangssignals direkt auf die Empfindlichkeit des Druckmeßwandlers geschlossen werden. Eine Abkopplung vom eigentlichen Meßprozeß ist nicht erforderlich und Fehlfunktionen können während des normalen Betriebes erkannt werden. Steht bei einem Druckmeßwandler mit einem linearen Kennlinienverlauf beispielsweise die Information über eine eventuelle Nullpunkt drift durch Meßwerte aus systembedingten Meßpausen zur Verfügung, so kann mittels einer vorgegebenen Druckmodulation der gesamte Kennlinienverlauf des Druckmeßwandlers ermittelt werden. In diesem Fall können auftretende Fehler nicht nur während des Betriebes erkannt, sondern auch rechnerisch eliminiert werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Druckmeßwandlers ist eine Meßmembran aus Silizium vorgesehen, die auf einfache Weise eine Umwandlung der Auslenkung der Membran in ein elektrisches Signal gestattet.

Als Piezoelement ist in einer bevorzugten Ausführungsform ein keramisches Piezoelement mit hoher Blockierkraft vorgesehen.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung verwiesen, in deren einziger Figur ein Druckmeßwandler gemäß der Erfindung im Schnitt schematisch dargestellt ist.

Gemäß Fig. 1 befindet sich in einem Gehäuse 42 eines Druckmeßwandlers eine Meßmembran 40, die einen hohlen Innenraum 44 des Gehäuses 42 in eine Druckkammer 46 und eine Referenzkammer 48 unterteilt. Die Druckkammer 46 und die Referenzkammer 48 sind gegeneinander dicht verschlossen und jeweils mit einem Druckkanal 47 bzw. 49 versehen, der mit dem Meßmedium beispielsweise indirekt über eine in der Figur nicht dargestellte Vorlegemembran verbunden ist. Die Druckkammer 46 und die Referenzkammer 48 sowie die zugehörigen Druckkanäle 47 bzw. 49 sind bis zur Vorlegemembran mit einem wenigstens annähernd inkompressiblen fluiden Medium 62, beispielsweise mit Silikonöl, gefüllt. Die Meßmembran 40 besteht vorzugsweise aus Silizium und ist beispielsweise mit einer piezoelektrischen Widerstandsbrücke versehen, die über die elektrischen Anschlüsse 52 mit Spannung bzw. Strom versorgt wird. In einer bevorzugten Ausführungsform eines Druckmeßwandlers mit digitalem Ausgangssignal ist in die Silizium-Membran 40 ein Ringoszillator aus MIS-FETs entsprechend der in der europäischen Offen-

legungsschrift 0 040 795 offenbarten Anordnung integriert. In der Referenzkammer 48 befindet sich gegenüber der Membran 40 ein Piezoelement 54, das mit elektrischen Anschlüssen 56 versehen ist. Die elektrischen Anschlüsse 52 und 56 sind aus der Druckkammer 46 bzw. aus der Referenzkammer 48 gasdicht mittels elektrischer Durchführungen 48 bzw. 60 herausgeführt. Das Piezoelement 54 besteht vorzugsweise aus einer Piezokeramik. Ein derartiges Piezoelement 54 mit einer Fläche von beispielsweise etwa  $10 \text{ mm}^2$  und einer Dicke von etwa 1 mm liefert bei einer Anregespannung von beispielsweise etwa 100 V bei hydrostatischer Belastung eine Blockierkraft von etwa 30 N. Die entsprechende Druckerhöhung in der Referenzkammer beträgt dann etwa  $3 \times 10^6 \text{ Pa}$ . Diese hydrostatische Druckerhöhung in der Referenzkammer 48 wird sich dann einstellen, wenn man für schnelle Modulationsvorgänge den Druckausgleich über die an den Druckkanal 49 anschließende Vorlegemembran vernachlässigen kann. Beim Ausführungsbeispiel gemäß der Figur handelt es sich um einen Differenzdruck-Meßwandler. Bei einer Ausführungsform als Absolutdruck-Meßwandler ist beispielsweise die Druckkammer 46 allseitig verschlossen und evakuiert.

5

10

15

20

25

30

35

35

40

45

45

50

#### Patentansprüche

##### 1. Druckmeßwandler mit

- a) einer in einem Gehäuse (42) angeordneten Meßmembran (40),
- b) einer elektrischen Meßanordnung, die die Auslenkung der Meßmembran (40) in ein elektrisches Signal umwandelt,
- c) einer Druckkammer (46), die an eine Flachseite der Meßmembran (40) grenzt,
- d) einer Referenzkammer (48), die an die andere Flachseite der Meßmembran (40) grenzt und ein fluides Medium (62) enthält,

dadurch gekennzeichnet, daß

- e) in der Referenzkammer (48) ein mit elektrischen Anschlüssen (56) versehenes, der Selbstüberwachung dienendes Piezoelement (54) als elektrisch steuerbarer Aktor zur Modulation des im fluiden Medium (62) herrschenden hydrostatischen Drucks angeordnet ist.

2. Druckmeßwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Meßmembran (40) aus Silizium vorgesehen ist.

3. Druckmeßwandler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein keramisches Piezoelement (54) vorgesehen ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

